

文章编号: 1001-1498(2001) 02-0154-06

I-69 杨胶合板用材林产量及生物量结构

梁 军¹, 徐锡增², 吕士行²

(1. 中国林业科学研究院 林业研究所, 北京 100091;

2. 南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037)

摘要: 采用 290 块标准地调查资料, 分析了 I-69 杨胶合板用材林的产量和生物量结构随立地指数和造林密度的变化规律。胶合板材产量随立地指数的增大而增大, 且占总产量的百分比在立地指数为 14、16、18 m 时, 随造林密度的增大而减小; 当立地指数为 20 m 和 22 m 时, 保持稳定在 50% 左右。磨木浆材和化学浆材产量随立地指数和密度的增大而增加。在立地指数为 14、16、18 m 时磨木浆材产量占总蓄积量的百分比和化学浆材产量占总蓄积的百分比均随造林密度的增大而增大; 在立地指数为 20、22 m 时则受造林密度的影响不大, 分别保持在 30% 和 20% 左右。林分和单株的树干、树枝、树皮生物量组成比例均随立地指数、造林密度的变化无明显的差异。营造 I-69 杨胶合板用材林时选择立地指数 20、22 m 的地段以及用造林密度 156(8 m × 8 m)、204(7 m × 7 m) 株 · hm⁻² 为最佳。

关键词: I-69 杨; 胶合板用材林; 产量; 生物量

中图分类号: S725.6

文献标识码: A

I-69 杨(*Populus deltoides* Bartr. cv. 'Lux') 自 70 年代初从意大利引入我国, 至今已在黄淮海、长江中下游的苏、鄂、湘、鲁、豫、皖、浙、川等省推广达 16.7 万 hm² 左右, 获得了巨大的成功^[9]。现在相当一部分林分已进入采伐利用阶段, 为胶合板、火柴、纤维板和造纸等工业提供生产原料, 促进了当地经济的发展。但是 I-69 杨以胶合板材作为培育目标, 在不同立地条件、不同造林密度条件下生物量和产量结构表现出明显的不同。为了实现 I-69 杨的集约经营以及定向培育, 必须开展对 I-69 杨胶合板用材林在不同立地、不同密度条件下的生物量及产量结构规律的系统研究。

1 材料来源

调查区分布于 I-69 杨栽培区内, 包括山东、湖南、湖北、江苏、河南、安徽各省。建模材料来自 290 块 6~11 年生 I-69 杨固定标准地和临时标准地。标准地随林分年龄、密度及立地指数基本均匀分布。在林分中选择有代表性的地段, 设置临时标准地及永久标准地。每块标准地调查 50~100 株样木, 测定胸径、树高、林分密度。每块标准地选伐平均标准木 1 株进行树干解

收稿日期: 1998-08-13

基金项目: “八五”国家科技攻关“南方地区杨树纸浆与胶合板材优化栽培模式研究”专题

作者简介: 梁军(1963-), 男, 宁夏中卫人, 副研究员, 博士。

析。在此基础上对每段的枝和干称质量,并分别枝、干、干皮取 5~10 g 样品,在 105 °C 条件下烘干达恒量,测定枝、干及皮的含水率,用于确定皮率及生物量。

采用经验回归^[1]把解析木去皮胸径换算为带皮胸径,换算公式按 $D = 0.2119 + 1.0436D$, $V = (D/D)^2V$ ^[2]进行,式中 D 、 D 和 V 、 V 分别为带皮直径、去皮直径和带皮材积、去皮材积。由此可获得带皮材积、带皮直径的数据。

2 模型建立

I-69 杨胶合板用材林的产量构成应包括胶合板材、磨木浆材和化学浆材三部分。理论上讲林分的总蓄积量应等于三部分之和。产量的构成直接受林分立地指数、造林密度以及其它栽培措施的影响。胶合板材、磨木浆材的主要工艺指标是圆木粗度(径阶),该指标的数值直接影响着林分胶合板材、磨木浆材的出材量。在林分中胸径分布状况是随林分因子和立地因子而变化。在计算林分某一胸径范围的产量时,主要有两种方法:一是建立胸径分布模型,然后据胸径分布模型来估计^[3,4];二是直接建立某一胸径范围的出材量与林分因子的模型^[5],Kwira 曾对肯尼亚的 *Pinus patula* Schlecht. et Cham. 建立了林分材积式,其形式为:

$$V_m = C_1 + V_m [C_2 + C_3 \exp(C_4 \bar{D})]$$

式中, V_m : 小头直径大于 20 cm 的商品材材积($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$); V_m : 林分蓄积($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$); \bar{D} : 林分平均胸径(cm)。

根据此模型及建模要求,引入输入变量 D_m (小头直径)进行建模,经多种模型拟合选定的最佳拟合形式为:

$$V_m = C_1 + V_m [C_2 + C_3 \exp(C_4 \bar{D})] / D_m \quad (1)$$

式中, V_m : 小头直径 D_m 时的商品材材积($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)。

根据 I-69 杨绝对削度公式 $L = (\bar{D} - D_m) / 1.21 + 1.3$ 求算小头直径等于 D_m (10~36) 的材长 L , 然后根据材长 L 和 D_m 、 N 采用圆木材积公式^[6]求出 V_m 。

$$V_m = 0.7854LN(D_m + 0.5L + 0.005L^2 + 0.000125L(14-L)^2 \cdot (D_m - 10)^2) / 10000$$

由此得出各相应 D_m 、 \bar{D} 、 V_m 下的 V_m , 然后采用解析木资料对模型(1)进行拟合,其结果为:

$$V_m = 4.7274 + V_m [-16.4328 + 14.0583 \exp(0.0233 \bar{D})] / D_m \quad (2)$$

($R = 0.9888$)

通过复相关系数 t 值检验和回归模型适合性检验认为,该模型的预估效果很好,无系统偏差。

根据解析木资料,对单株生物量共选了 8 个模型进行拟合,由相关系数表明 $W = b_1 D^{b_2} H^{b_3}$ 最佳。其结果如下:

$$\text{主干: } W = 0.0095D^{1.0557}H^{2.0347} \quad (R = 0.9592) \quad (3)$$

$$\text{树皮: } W = 0.0089D^{0.6013}H^{2.0046} \quad (R = 0.8916) \quad (4)$$

$$\text{树枝: } W = 0.0065D^{1.1193}H^{1.7352} \quad (R = 0.9417) \quad (5)$$

式中, W : 单株生物量($\text{kg} \cdot \text{株}^{-1}$); D : 胸高直径(cm); H : 树高(m)。

3 结果与分析

3.1 产量结构

根据国家标准规定胶合板用材的小头直径必须大于或等于 26 cm, 材长不得短于 2 m, 取 D_m 为 26 cm。而磨木浆材与化学浆材的原料直径取决于备料设备, 与生产规模及现代化程度等有关, 备料设备选型确定后, 原料直径就可确定。基于我国大部分生产设备和生产规模的工艺要求, 磨木浆材取 $D_m = 12$ cm。根据所建模型(2), 首先计算小头直径为 26 cm 时的产量, 即胶合板材产量, 然后再计算小头直径等于 12 cm 时的产量, 后者与前者的差即为磨木浆材产量。总蓄积中余下的部分为化学浆材产量。

在不同立地指数、不同造林密度下, 以胶合板材最佳主伐年龄 10 年生^[8]林分的平均胸径和林分蓄积为基础, 根据(2)式求算出林分胶合板材产量、磨木浆材产量和化学浆材产量。结果见表 1。

表 1 10 年生 I-69 杨胶合板用材林产量构成

立地指数/m	造林密度/ (株·hm ⁻²)	产 量		胶合板材		磨木浆材		化学浆材	
		林分/ (m ³ ·hm ⁻²)	单株/ (m ³ ·株 ⁻¹)	产量/ (m ³ ·hm ⁻²)	百分比/%	产量/ (m ³ ·hm ⁻²)	百分比/%	产量/ (m ³ ·hm ⁻²)	百分比/%
14	625	81.7	0.1307	0	0	49.0	60.0	32.7	40.0
14	400	68.4	0.1710	0.07	0.1	41.0	59.9	27.4	40.0
14	278	61.2	0.2201	0.86	1.4	36.1	59.1	24.2	39.5
14	204	52.3	0.2564	6.12	11.7	27.7	53.0	18.5	35.3
14	156	39.7	0.2545	7.11	17.9	19.5	49.2	13.0	32.8
16	625	148.3	0.2368	3.41	2.3	86.9	58.6	58.0	39.1
16	400	121.5	0.3038	22.9	18.9	59.1	48.6	39.4	32.4
16	278	116.3	0.4172	42.5	36.5	44.3	38.1	29.5	25.4
16	204	105.7	0.5181	42.9	40.6	37.8	35.8	25.3	23.9
16	156	94.2	0.6038	40.2	42.7	32.3	34.3	21.6	22.9
18	625	245.7	0.3931	83.8	34.1	97.1	39.5	64.6	26.3
18	400	239.2	0.5980	113.1	47.3	78.2	32.7	52.2	21.8
18	278	224.4	0.8072	109.7	48.9	68.7	30.6	45.8	20.4
18	204	213.6	1.0471	105.1	49.2	64.9	30.4	43.4	20.3
18	156	202.3	1.2968	100.8	49.8	60.9	30.1	40.7	20.1
20	625	285.6	0.4570	134.5	47.1	88.5	31.0	60.3	21.1
20	400	274.8	0.6870	137.1	49.9	82.4	30.0	55.2	20.1
20	278	262.5	0.9442	131.3	50.0	78.8	30.0	52.5	20.0
20	204	258.4	1.2667	129.2	50.0	77.5	30.0	51.7	20.0
20	156	253.9	1.6276	126.9	50.0	76.2	30.0	50.8	20.0
22	625	382.7	0.6112	187.5	49.0	114.8	30.0	80.0	20.9
22	400	370.5	0.9262	184.9	49.9	111.2	30.0	74.5	20.1
22	278	351.6	1.2647	175.8	50.0	105.5	30.0	70.3	20.0
22	204	343.8	1.6853	171.9	50.0	103.1	30.0	68.8	20.0
22	156	327.0	2.0962	163.2	49.9	98.1	30.0	65.4	20.1

从表 1 中可看出, 林分总蓄积量随立地指数及造林密度的增大而增大。单株材积则随立地指数的增大而增大, 但随造林密度的增大而减小。大量研究证明, 单位面积的木材产量随密度的增加而增加, 因为木材生产量和叶面积指数密切相关^[7], 所以在培育胶合板用材林时必须妥善处理定向目标与产量的关系。胶合板材产量也随立地指数的增大而增加, 当立地指数为 18、20、22 m 时, 胶合板材产量随密度的增大而增大; 当立地指数为 14、16 m 时, 则随密度的增

大而减小,这是由于此时胶合板材的产量受林分胸径的影响较大而受密度的影响较小。由此也反应出 I-69 杨的喜水、喜肥特性。胶合板材产量占林分总蓄积的百分比则随立地指数的增大而增大,当立地指数为 14、16、18 m 时,随造林密度的增大而明显地减少;当立地指数等于 20 m 和 22 m 时,则相对比较稳定,基本保持接近 50%。表明立地指数增大时,林分胸径增大,当增大到 30 cm 以上时则对胶合板材产量占林分蓄积百分比的影响不大。从以上分析可看出,在立地条件好的地段营造胶合板用材林时以较大密度为好,通常为 $278 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$;在立地条件相对较差的地段营造胶合板用材林时以小密度造林较好($156 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $204 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$)。从胶合板材产量占总蓄积的百分比来看,在选择胶合板用材林立地时以高立地质量为佳。

林分磨木浆材和化学浆材产量都随立地指数的增大和造林密度的增大而明显地增大。但增加的相对值有所差异。当立地指数为 14、16、18 m 时,磨木浆材产量占总蓄积的百分比和化学浆材产量占总蓄积的百分比随造林密度的增大而明显地增大;当立地指数为 20、22 m 时变化不明显。这表明尽管立地指数和密度对产量组成的绝对量影响较大,但当立地质量差时,密度是制约产量构成的重要因子,而立地质量较好时,密度对产量的构成比例影响不大。

3.2 生物量结构

以 5 种立地指数、5 种造林密度的不同栽培模式计算出 10 年生时的林分平均高和平均胸径,然后根据模型(3)、(4)、(5)计算出平均木的干、皮、枝质量和总生物量(三者之和),再通过林分造林密度推算出整个林分的生物量及结构。结果见表 2。

表 2 10 年生 I-69 杨胶合板用材林生物量构成

立地指数/ m	造林密度/ (株·hm ⁻²)	平均高/ m	平均胸径/ cm	地上部分生物量		干生物量		皮生物量		枝生物量	
				林分/ (kg·hm ⁻²)	单株/ (kg·株 ⁻¹)	总量/ (kg·hm ⁻²)	百分比/%	总量/ (kg·hm ⁻²)	百分比/%	总量/ (kg·hm ⁻²)	百分比/%
14	625	19.9	17.8	31 186	49.8	20 083.8	64.4	4 303.7	13.8	6 798.6	21.8
14	400	20.0	19.3	26 185	65.5	16 915.5	64.6	3 508.8	13.4	5 760.7	22.0
14	278	19.8	21.7	23 484	84.5	15 194.2	64.7	3 099.9	13.2	5 190.0	22.1
14	204	19.9	24.3	20 021	98.1	12 993.6	64.9	2 582.7	12.9	4 444.7	22.2
14	156	19.8	25.7	15 015	46.3	9 744.7	64.9	1 922.0	12.8	3 348.4	22.3
16	625	23.2	20.7	56 980	91.2	37 321.9	65.5	7 521.4	13.2	12 136.7	21.3
16	400	23.3	22.8	46 586	116.5	30 607.0	65.7	5 963.0	12.8	10 016.0	21.5
16	278	23.3	25.8	44 662	160.7	29 432.3	65.9	5 582.8	12.6	9 647.0	21.6
16	204	23.1	27.0	40 425	198.2	26 640.1	65.9	5 012.7	12.4	8 772.2	21.7
16	156	22.9	29.1	36 193	232.0	23 851.2	65.9	4 451.7	12.3	7 890.1	21.8
18	625	26.7	23.5	93 108	148.9	61 824.1	66.4	11 825.0	12.7	19 460.0	20.9
18	400	26.5	25.4	90 825	227.1	60 489.5	66.6	11 171.5	12.3	19 164.1	21.1
18	278	26.4	28.8	85 136	306.2	56 786.0	66.7	10 216.3	12.0	18 134.0	21.3
18	204	26.2	30.4	80 949	396.8	53 993.0	66.7	9 633.0	11.9	17 242.1	21.3
18	156	26.1	32.0	76 763	492.1	51 278.0	66.8	8 981.3	11.7	16 504.1	21.5
20	625	29.8	25.2	108 364	173.4	72 712.2	67.1	13 328.8	12.3	2 232.3	20.6
20	400	29.8	28.0	104 128	260.3	70 182.3	67.4	12 391.2	11.9	21 659.0	20.8
20	278	29.6	31.9	99 567	358.2	67 208.0	67.5	11 550.0	11.6	20 809.5	20.9
20	204	29.4	34.8	98 938	484.9	66 882.1	67.6	11 279.0	11.4	20 777.0	21.0
20	156	29.1	36.4	96 142	616.3	64 896.0	67.5	10 864.1	11.3	20 286.0	21.1
22	625	30.0	26.6	145 176	232.3	97 703.5	67.3	17 566.3	12.1	29 906.3	20.6
22	400	29.8	28.5	140 618	351.3	94 777.0	67.4	16 734.0	11.9	29 249.0	20.8
22	278	29.6	32.2	133 421	479.9	90 059.2	67.5	15 477.0	11.6	27 885.0	20.9
22	204	29.5	35.5	130 380	639.1	88 137.0	67.6	14 863.3	11.4	27 379.8	21.0
22	156	29.4	37.2	124 266	796.6	84 129.0	67.7	13 917.8	11.2	26 220.1	21.1

从表 2 可看到, 10 年生 I-69 杨胶合板用材林总生物量随立地指数的增大而明显增大, 单株生物量也有相同的趋势。从不同的造林密度来看, 总生物量随造林密度的增大而增大; 单株生物量则随造林密度的增大而有一定程度的减小。这是因为单位面积的地上总生物量受单株地上部分生物量和单位面积上株数的制约。这表明影响林分生物量的主导因子是林分密度。

还可以看出, 在立地指数为 14、16 m 时, 单株生物量随造林密度增大而减小的程度小; 而立地指数为 18、20、22 m 时, 随造林密度的增大而减小的程度相对大。这是因为当立地条件差时, 林木不能很好地发育生长, 个体相对较小。因此, 密度的变化对林木的生长影响就相对较小。

林分干生物量、皮生物量和枝条生物量都随立地指数的增大和林分密度的增大而增大。这是由于立地指数增大时树高、胸径都在增大, 树冠必然增大而叶面积指数也增大。同样当林分密度增大时, 林分叶面积指数也增大, 从而促使总生物量及各生物量分项的增大。林分树干、树皮、树枝生物量所占总生物量的百分比分别为 64.4% ~ 67.6%、11.2% ~ 13.8%、20.6% ~ 22.3%, 这表明干、皮、枝生物量的组成不随立地指数和造林密度的变化而变化。这是因为尽管大密度的林分中单株的树冠冠幅小, 而冠层厚, 树干也细而高; 但小密度的林分中单株的树冠冠幅大而冠层薄, 树干粗而矮, 这样就保持了总的树冠体积基本和树干生物量成比例, 这也说明了个体的生产量与叶面积成正相关。

综上所述, 从个体生物量生产力的变化规律来看, 在造林时应适当减小造林密度, 以保证单株相对较大的生物量。从树干生物量占总生物量的比例来看, 则要求造林密度应适当地增加。但这样做必然导致林木径阶的减小, 不利于定向胶合板材的培育目标。因此在确定造林密度时应权衡个体与群体的关系, 首先应保证定向培育目标的实现。

4 结 论

(1) 林分蓄积和单株材积都随立地指数的增大而增大。在相同立地指数条件下, 林分蓄积随造林密度的增大而增大; 单株材积随造林密度的增大而减小。

(2) 胶合板材产量随立地指数的增大而增大。在立地指数为 14、16、18 m 时, 胶合板材产量占总产量的百分比随造林密度的增大而减小; 当立地指数为 20 m 和 22 m 时, 保持稳定在 50% 左右。由此可看出, 胸径是胶合板材产量占总蓄积百分比的制约因子。磨木浆材和化学浆材产量随立地指数和密度的增大而增加。在立地指数为 14、16、18 m 时磨木浆材产量占总蓄积量的百分比和化学浆材产量占总蓄积的百分比, 均随造林密度的增大而增大; 在立地指数为 20、22 m 时则受造林密度的影响不大, 分别保持在 30% 和 20% 左右。因此, 营造 I-69 杨胶合板用材林时选择立地指数 20、22 m 的地段以及用造林密度 156 (8 m × 8 m)、204 (7 m × 7 m) 株 · hm⁻² 为最佳。

(3) 单株和林分的地上部分生物量都随立地指数的增大而增大, 而且各组成部分即树干、树皮、树枝的单株生物量和林分生物量也在增大。相同立地指数条件下, 林分地上部分生物量随密度的增大而增大, 而单株地上部分生物量则减小。树干、树枝、树皮生物量随密度的变化规律与地上部分生物量变化规律一致。

(4) 林分生物量和单株生物量的组成比例, 随立地指数、造林密度的变化无明显的差异。这表明 I-69 杨树干、树皮、树枝的比例在一定的环境变化幅度内主要受遗传作用的制约。

参考文献:

- [1] 骆其邦. 森林生长量的测定方法[M]. 北京: 中国林业出版社, 1987. 92 ~ 121.
- [2] 洪岩. I-69 杨产量预测表的编制[J]. 南京林业大学学报, 1992, 16(3): 25 ~ 30.
- [3] Murray D M. Relationships between the diameter distributions before and after thinning [J]. For Sci, 1991, 37(2): 552 ~ 559.
- [4] Nagumo H, Shiraishi N, Tanaka M. Computer programming for the construction of a Sugi local yield table [A]. In: Pro. X V IIUFRO World Congress [C]. Kyoto, 1981. 103 ~ 114.
- [5] 詹昭宁. 森林收获量预报——英国人工林经营技术体系[M]. 北京: 中国林业出版社, 1986. 26 ~ 53.
- [6] 粟金云. 山地森林采伐学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993. 35 ~ 76.
- [7] 贺庆棠, Baumgartner A. 中国植物的可能生产力[J]. 北京林业大学学报, 1986, 8(2): 84 ~ 88.
- [8] 梁军, 徐锡增, 吕士行. I-69 杨胶合板用材林优化栽培模式[J]. 南京林业大学学报, 1995, 19(4): 45 ~ 50.
- [9] 吕士行, 方升佐, 徐锡增. 杨树定向培育技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997.
- [10] 梁军, 徐锡增, 吕士行. I-69 杨胶合板用材林密度及立地效应研究[J]. 林业科学研究, 1996, 9(4): 348 ~ 358.
- [11] 梁军, 徐锡增, 吕士行. I-69 杨胶合板用材林最佳造林密度研究[J]. 南京林业大学学报, 1998, 22(1): 1 ~ 4.

The Yield and Biomass Structure of Plywood Forest of Poplar Clone I-69

LIANG Jun¹, XU Xi-zeng², LU Shi-xing²

(1. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China;

2. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: Based on the survey data of 290 valuation-areas, analyzed laws of yield and biomass structure with the change of site index and planting density. The results show that yield of plywood timber increases with increase of site index. The percentage of plywood timber to total yield decreases with increase of planting density in the site indices 14, 16 and 18 m; But in the site indices 20 and 22 m, the percentage is basically steady of 50 percentage or so. Both yields of ground wood timber and chemical pulp timber increase with increase of site index and planting density. The percents of ground wood pulp timber yield to total yield and chemical pulp timber yield to total yield increase with increase of planting density in site indices 14, 16 and 18 m; But in site indices 20 and 22 m, the percent is steady at 30 and 20 percent respectively. The ratios of stem, bark and branch biomass to total biomass of stand and individual tree are basically steady in different site index and planting density. It is most feasible to manage plywood forest for poplar clone I-69 with space 8 m × 8 m or 7 m × 7 m and site index 20 or 22 m.

Key words: poplar clone I-69; plywood forest; yield; biomass